

# 사인곡선형 강자성체 나노선의 자구벽운동 감쇠진동 현상마이크로 자성시뮬레이션

박홍광\*, 데데 주하나, 이상혁, 심제호, 전수형, 김동현

(충북대학교 물리학과, 청주 361-763)

\*Corresponding author : donghyun@cbnu.ac.kr

자기동역학 연구에 있어서 정자기에너지에 의한 자기형상이방성은 무시할 수 없는 중요한 자기적 특성중의 하나이다. 특히, 패턴된 나노선의 자구벽 동역학을 연구함에 있어서 자기형상이방성은 더욱 중요한 역할을 하고 있다. 최근 자기형상이방성을 이용하여 Walker 붕괴 이후 자구벽의 동역학적 거동을 제어하기 위한 많은 연구들이 발표되었다[1,2]. 본 연구에서는, 주기적인 자기형상이방성 변화에 따라 자구벽의 동역학적 거동과 자구벽 스펙트럼구조가 어떠한 변화를 나타내는지를 마이크로 자성시뮬레이션을 통하여 이해하고자 한다. Walker 붕괴 자기장 세기보다 큰 일정한 외부자기장을 가한 조건하에서 사인곡선형 나노선의 모양을 변화시키면서 주기적인 자기형상이방성의 변화에 따른 자구벽운동의 거동, 특히 감쇠진동현상을 살펴보았다. 사인곡선형 강자성체 나노선의 마이크로 자성시뮬레이션은 Landau-Lifshitz-Gilbert (LLG) 방정식을 기반으로 한 OOMMF 프로그램 [3] 을 이용하여 수행하였다. 이 시뮬레이션은 외부자기장이 5-mT 인 조건하에 Fig. 1(a) 처럼 너비가 100-nm 이고 두께가 10-nm 인 사인곡선모양의 나노선의 공간적 주기를 변화시키면서 자구벽의 동역학적 거동을 살펴보았다. 사인곡선형 강자성체 나노선의 물질 파라미터는 퍼멀로이 (Permalloy) 와 동일하게 주었으며, 시뮬레이션 파라미터는 감쇠계수  $\alpha = 0.01$ , 셀 사이즈 (cell size) 는  $5 \times 5 \times 5 \text{ nm}^3$ , 포화자화는  $M_s = 8 \times 10^5 \text{ A/m}$ , 교환에너지상수는  $A = 13 \times 10^{12} \text{ A/m}$  로 설정하였다. 시뮬레이션 결과로부터 x축 방향의 자화량과 이미지에 대한 섬세한 분석을 통하여 시간에 따른 자구벽의 위치를 얻게 되었다. 자구벽의 동역학적 거동 주기와 나노선의 공간적 주기사이 어떠한 관계가 있는지를 살펴보기 위하여, 자구벽의 주기적 위치변화로부터 진동성분만 추출하여 Fast Fourier Transform (FFT) 분석을 진행하였다. 그 결과 자구벽운동의 진동성분 주기가 사인곡선형 나노선의 공간적 주기사이 상관계가 존재하며, 일정한 공간적 주기를 갖는 사인곡선형 나노선에서 자구벽의 동역학적 거동이 Fig. 1(b) 와 같은 감쇠진동 양상을 나타나는 것을 관찰하였다.

## 참고문헌

- [1] E. R. Lewis, D. Petit, L. Thevenard, A. V. Jausovec, L. O'Brien, D. E. Read, and R. P. Cowburn, *Appl. Phys. Lett.*, **95**, 152505 (2009).
- [2] H. -G. Piao, J. -H. Shim, S. -H. Lee, D. Djuhana, S. -K. Oh, S. -C. Yu, and D. -H. Kim, *IEEE Trans. Magn.*, **45**(10), 3926-3929 (2009).
- [3] M. J. Donahue and D. G. Porter, *OOMMF User's Guide*, from <http://math.nist.gov/oommf> (2002).

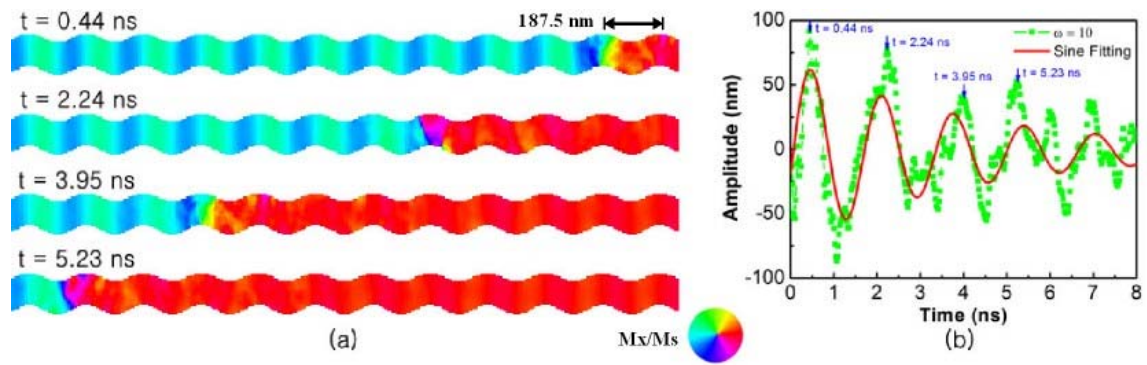


Figure 1 : (a) Propagating domain wall in sinusoidal wire and (b) AC component of oscillatory domain wall position [2].